

Documento público

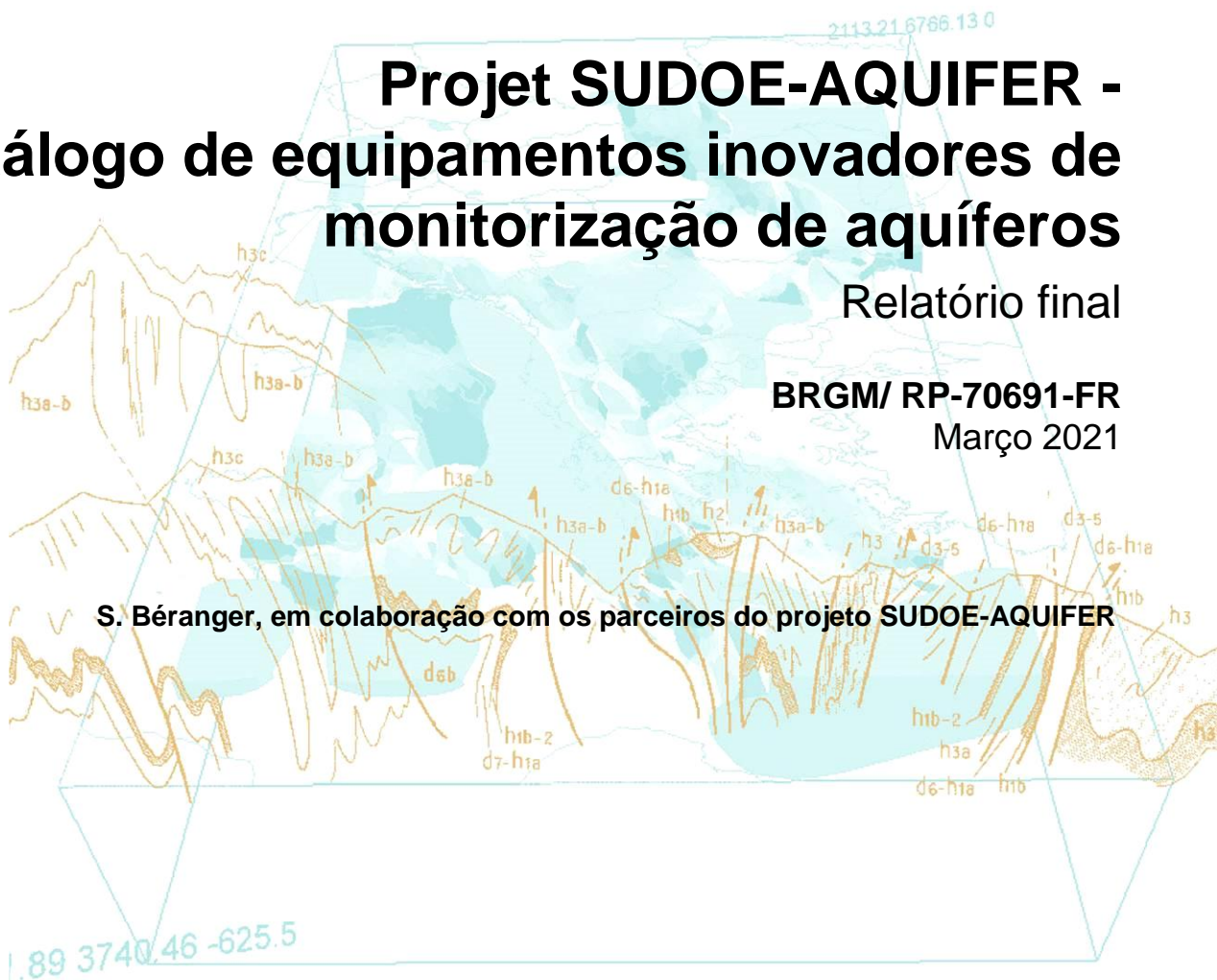


Projeto SUDOE-AQUIFER - Catálogo de equipamentos inovadores de monitorização de aquíferos

Relatório final

BRGM/ RP-70691-FR
Março 2021

S. Béranger, em colaboração com os parceiros do projeto SUDOE-AQUIFER



Estudo realizado no âmbito do projeto de investigação SUDOE AQUIFER que tem como parceiros o BRGM, o IGME (Instituto Geológico y Minero de España), o ISA-UL (Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa), Aqua-Valley, CWP (Asociación Catalana para la Innovación y la internacionalización del sector del agua), PPA (Associação Parceria Portuguesa para a Água), CUADLL (Comunitat d'usuaris d'aigua de la vall baixa i delta del Llobregat), CRCC (Comunidade de regantes del campo de cartagena) e AR (Águas do Ribatejo).

Este documento foi verificado por : Marc Laurencelle, Investigador em hidrogeologia ;
data : 24/03/2021


Aprovado por :

Nome : A.V Hau-Barras Função : Directora regional delegada Occitanie – pólo de

Toulouse

Data : 26/03/2021

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié
par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : qualite@brgm.fr

Palavras-chave: Monitorização de aquíferos, estado da arte, ferramentas de monitorização, detecção e transmissão remota.

Na bibliografia, este relatório deverá ser citado da seguinte forma:

Béranger S., os parceiros do projeto SUDOE-AQUIFER (2021) – projeto SUDOE-AQUIFER – Catálogo de equipamentos inovadores de monitorização de aquíferos. Relatório BRGM/RP-70691-FR, 16 p., 4 tab., 2 ann.

© BRGM, 2021, este documento não pode ser reproduzido total ou parcialmente sem a expressa autorização da BRGM.
BRGM/RP-70691-FR - Relatório final

Síntese

O projeto multi-parceiros SUDOE AQUIFER intitulado "Instrumentos inovadores para a gestão integrada de águas subterrâneas num contexto de escassez crescente de recursos hídricos" é um projeto financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) no âmbito do programa Interreg SUDOE V (2014- 2020). O seu objetivo principal é capitalizar, testar, divulgar e transferir práticas inovadoras de preservação, monitorização e gestão integrada de aquíferos que sejam úteis na tomada de decisões sobre a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. Para atingir este objetivo, o projeto está dividido em 4 grupos de tarefas específicas, sendo o primeiro deles, intitulado "Aplicações inovadoras na monitorização de aquíferos", que visa adquirir os dados necessários para entender o funcionamento dos aquíferos e melhorar a sua gestão, aplicando diferentes técnicas de monitorização de águas subterrâneas.

Antes de testar e/ou instalar estes dispositivos inovadores nas redes de monitorização, que serão instalados durante a segunda atividade deste grupo de tarefas, será avaliado o estado da arte no que diz respeito às ferramentas de monitorização de aquíferos que permitem a recolha e transmissão de dados em nível piezométrico em tempo real, temperatura da água, condutividade elétrica da água e concentração de nitratos. Este relatório constitui a entrega associada a esta primeira atividade deste conjunto de tarefas, intitulada "Análise de ferramentas inovadoras de monitorização de águas subterrâneas".

Após a apresentação da metodologia utilizada para a elaboração deste estado da arte, e identificados os instrumentos para monitorização e transmissão remota de dados relativos ao nível piezométrico, temperatura, condutividade e nitratos, disponíveis no mercado, estes serão listados por nome de fabricante e nome do produto. As especificações técnicas relativas a cada instrumento encontram-se detalhadas num quadro-resumo que pode ser consultado em anexo. Este trabalho permitiu identificar os principais fabricantes destes equipamentos à escala internacional, as diferenças entre os instrumentos, principalmente em termos de tamanho de caixa, princípio e alcance de medição, fonte de alimentação, precisão de medição, construção do material e capacidade de memória.

Os fabricantes listados neste estudo têm, na sua maioria, estabelecimentos ou revendedores em diversos países europeus. Para além disso, a escolha dos equipamentos para as redes de monitorização instaladas no âmbito do projeto SUDOE AQUIFER será feita tendo em consideração as especificidades técnicas dos instrumentos de monitorização do nível piezométrico, temperatura, condutividade elétrica e/ou nitratos. enquadramento deste estado da arte, mas também a disponibilidade do produto no país de instalação e o custo dos instrumentos, respeitando as recomendações do programa SUDOE em matéria de aquisição de equipamentos.

Índice

1. Contexto e objectivos	6
2. Metodologia de trabalho	7
3. Instrumentos para a vigilância do nível piezométrico	8
4. Instrumentos para a monitorização da temperatura da água	10
5. Instrumentos para a monitorização da condutividade da água	12
6. Instrumentos para a monitorização dos nitratos	13
7. Conclusões.....	14

Lista de figuras e tabelas

Tabela 1 – Instrumentos de vigilância e teletransmissão do nível piezométrico	9
Tabela 2 – Instrumentos de monitorização e transmissão da temperatura	11
Tabela 3 – Instrumentos de monitorização e teletransmissão da condutividade	12
Tabela 4 – Instrumentos de monitorização e teletransmissão de nitratos.....	13

Lista de anexos

Anexo 1 Base de dados de instrumentos de monitorização e transmissão remota de nível piezométrico, temperatura, condutividade e nitratos.....	15
Anexo 2 Manuais para apresentação, utilização e/ou especificações dos instrumentos listados na base de dados (cf. Anexo 1).....	16

1. Contexto e objectivos

O projeto SUDOE AQUIFER intitulado "Instrumentos inovadores para a gestão integrada de águas subterrâneas num contexto de escassez crescente de recursos hídricos " é um projeto multiparceiros financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) no âmbito do Interreg SUDOE V (2014- 2020). O objetivo deste programa é promover a cooperação para a resolução de problemas comuns às regiões do território abrangido, aqui o Sudoeste de França, Espanha e Portugal.

O projeto SUDOE AQUIFER reúne nove parceiros de:

- Da Investigação : BRGM, IGME (Instituto Geológico y Minero de España), ISA-UL (Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa),
- *Clusters* de competitividade no domínio da água, representando indústrias, PME e outras instituições: Aqua-Valley, CWP (Asociación Catalana para la Innovación y la internacionalización del sector del agua), PPA (Associação Parceria Portuguesa para a Água),
- Utilizadores de água : CUADLL (Comunitat d'usuaris d'aigua de la vall baixa i delta del Llobregat), CRCC (Comunidad de regantes del campo de cartagena), AR (Águas do Ribatejo).

O principal objectivo do projecto SUDOE AQUIFER é o de capitalizar, testar, divulgar e transferir práticas inovadoras de preservação, monitorização e gestão integrada de aquíferos. Este projeto incidirá em particular no apoio à tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos subterrâneos, desenvolvendo ferramentas comuns num contexto de escassez de recursos e ameaças ambientais, melhorando a cooperação e transferência de tecnologia entre universidades, centros de investigação e empresas e criando novas sinergias.

Este objectivo principal divide-se em **3 objetivos específicos** :

- Estabelecer relações entre recursos hídricos subterrâneos, águas superficiais e/ou água salgada de origem marinha num contexto de mudança global,
- Testar e desenvolver ferramentas inovadoras de gestão de águas subterrâneas para garantir a sustentabilidade do ciclo global da água,
- Identificar, analisar e divulgar soluções inovadoras.

Este relatório foi produzido no âmbito do 1º dos 4 grupos de tarefas do projecto, intitulado "Aplicações inovadoras na monitorização de aquíferos", e do subgrupo de trabalho "Análise de ferramentas inovadoras para monitorização de águas subterrâneas".

Elabora o estado da arte das ferramentas de monitorização de aquíferos que permitem a aquisição e transmissão de dados piezométricos de nível, temperatura, condutividade elétrica e nitratos em tempo real.

Este relatório deverá, em última análise, permitir a seleção de dispositivos inovadores de monitorização de aquíferos em tempo real, que possam ser testados e/ou instalados na segunda atividade deste conjunto de tarefas dedicadas à implementação de sistemas de monitorização de aquíferos.

O capítulo 2 detalha a metodologia utilizada para a elaboração deste estado da arte. Os capítulos 3, 4, 5 e 6 listam os instrumentos disponíveis no mercado para a monitorização do nível piezométrico, da temperatura, da condutividade e do nitrato, respectivamente

2. Metodologia de trabalho

Para avaliar o estado da arte no que diz respeito às ferramentas de monitorização e transmissão remota em tempo real de medições piezométricas de nível, temperatura, condutividade e nitratos, foi realizado um levantamento junto aos parceiros do projeto, contando com a sua experiência anterior (BRGM, IGME, CUADLL, CRCC), ou da sua rede de parceiros (Aqua-Valley, CWP, PPA) para fornecer uma lista dos instrumentos usados regularmente ou em teste / em desenvolvimento nos seus campos de ensaios ou nas suas redes de monitorização de águas subterrâneas. Esta pesquisa foi complementada por uma pesquisa dos fabricantes na web.

As informações reunidas foram organizadas num banco de dados contendo, para cada instrumento:

- A marca,
- O nome,
- O tipo de monitorização (nível de água, temperatura, condutividade e/ou nitratos),
- Os parâmetros monitorizados (por exemplo, pressão relativa, NO₃-N, etc.),
- O tamanho da caixa,
- O princípio de funcionamento e a abrangência de medição para os parâmetros monitorizados,
- A precisão das medições para os parâmetros monitorizados,
- O tipo de alimentação,
- A robustez do dispositivo (principalmente material da caixa, outras informações relativas aos materiais que compõem o dispositivo, se disponíveis),
- Os meios de telecomunicações,
- Capacidade de memória,
- O intervalo de tempo permitido entre as medições (resolução de tempo),
- Quaisquer limitações/observações relativas ao dispositivo,
- O link para a página web que foi consultada (link ativo em 22 de março de 2021).

A base de dados lista os instrumentos por ordem alfabética de marca. As informações listadas nesta base de dados foram obtidas através da consulta às páginas web referenciadas na base de dados e nos manuais de apresentação, utilizador e/ou especificação do instrumento. Estes manuais, disponíveis no Anexo Digital 2 deste relatório, estão organizados por fabricante (marca). Eles são registados em inglês, francês e espanhol, na medida em que existem nesses idiomas.

A base de dados contém 72 instrumentos de monitorização de aquíferos que permitem a aquisição de dados e transmissão remota. De entre esses instrumentos, alguns permitem apenas a monitorização do nível piezométrico e/ou temperatura, condutividade e/ou nitrato. Algumas ferramentas de monitorização da qualidade da água foram referidas adicionalmente, para fins informativos, mas não se enquadram no âmbito deste relatório. Assim, eles são referidos numa secção separada, intitulada “Outros instrumentos”.

Esta base de dados não é exaustiva. Ela lista os fabricantes mais conhecidos e os instrumentos mais utilizados pelos técnicos de hidrogeologia consultados no Sudoeste da Europa.

Nota: este inventário de ferramentas existentes lista apenas os fabricantes, mas não inclui os contactos dos revendedores destes instrumentos, que podem variar em cada país. Esta compilação também não se limita aos fabricantes presentes no território SUDOE (Sudoeste de França, Espanha, Portugal), mas inclui também os fabricantes presentes a nível internacional. O leitor é convidado a consultar o site de cada fabricante para eventualmente conhecer os revendedores associados.

3. Instrumentos para a vigilância do nível piezométrico

A Tabela 1 lista os instrumentos (marca e nome) para monitorização e transmissão remota do nível piezométrico (e possivelmente outros parâmetros). As informações adicionais listadas no Capítulo 2 e relativas a estes instrumentos, bem como todos os parâmetros monitorizados pelos instrumentos listados abaixo, estão disponíveis na base de dados fornecido no Anexo 1.

Tabela 1 – Instrumentos de vigilância e teletransmissão do nível piezométrico

Marca	Nome do instrumento
APLISENS	SGE-16 SGE-25.Modbus
Eijkelkamp	TD-Diver CTD-Diver
Endress+Hausser	Micropilot FMR20 HART
Global Water	WL16
GreenCITYZEN	HummBox
HERON Instruments Inc.	Dipper Log
HITEC	CP 5218
IN-SITU	Aqua Troll 200 Aqua Troll 600
KELLER	DCX-22 CTD Série 36 XW Série 36XiW-CTD Série 36 XS
LACROIX-SOFREL	CNPA CNPi
NIVELCO	Nivopress N
Nivotech	Nivobox GW
OMNI-Instruments	DL-OCS
OTT	EcoLog 800 EcoLog1000 OTT HL4 Hydrolab DS5 Hydrolab DS5X
PESA Well Engineering	Data Logger 570-II Data logger 575-II Data Logger 575-LTC Data Logger 575-MP1
PRIGNITZ	CPS-12
SEBA	Dipper-PT Dipper-PTEC Dipper-APT Sonda multiparamétrica MPS-D8/Qualilog8 Sonda multiparamétrica MPS-K16/Qualilog16 DS(T) 22
Seametrics	CT2X smart sensor PT12
SISTEMAS AVANZADOS TELECOM LEVANTE, S.L. - RPM ELECTRONICA	MA-403
SOFREL	CNPi
SOLINST	Levellogger 5 Levellogger 5 Junior Levellogger 5 LTC
STS	DL.WMS DL.WMS.mini DL.OCS
Umweltleistungen	Sensodive CTD-GPRS
VanWalt	LevelScout 2x PT12
WIKA	LH-10

Diversos instrumentos permitem seguir e transmitir o nível piezométrico. As principais diferenças entre estes equipamentos reside no tamanho da caixa, os princípios e a

abrangência da medição, a compensação automática ou não, da pressão atmosférica, a alimentação, os materiais que constituem o equipamento e a sua capacidade de memória. Para além disto, alguns instrumentos incluem a transmissão dos dados, e outros precisam de equipamento adicional para transmissão dos dados..

Antes de escolher o instrumento de monitorização para equipar um poço, um furo ou um piezómetro, o operador deve conhecer a profundidade da estrutura, o nível médio da água e ter uma ideia da variação possível/potencial do nível piezométrico de acordo com as estações do ano, se a estrutura estiver sujeita a variações sazonais ou outras influências circundantes (por exemplo, retiradas). Essas informações permitir-lhe-ão escolher a faixa de medição e o comprimento de cabo adequado para a estrutura, garantindo assim a continuidade da monitorização e a maior precisão dos parâmetros monitorizados.

O operador também deve garantir que o diâmetro e a profundidade da água no poço permitam que a sonda seja acomodada. Se a estrutura monitorizada for um poço de abastecimento de água potável, o operador deve finalmente garantir que os materiais que compõem a sonda sejam compatíveis com tal utilização e que a sonda possa coexistir com os outros equipamentos já instalados (opcional).

4. Instrumentos para a monitorização da temperatura da água

A Tabela 2 lista os instrumentos (marca e nome) para monitorização da temperatura da água e transmissão remota. Informações adicionais com eles relacionadas, são listadas no Capítulo 2 e estão disponíveis na base de dados fornecida no Anexo 1.

Nota: A procura de instrumentos de monitorização da temperatura da água como único parâmetro de monitorização não foi realizada, tendo o autor considerado que a monitorização da temperatura deve ser associada à monitorização de outros parâmetros para garantir um melhor conhecimento/compreensão do funcionamento das águas subterrâneas. Os instrumentos listados abaixo permitem, portanto, a monitorização da temperatura, mas também um ou mais outros parâmetros

Tabela 2 – Instrumentos de monitorização e transmissão da temperatura

Marca	Nome do instrumento
Eijkelkamp	TD-Diver CTD-Diver
Endress+Hausser	Indumax CLS50D
HACH	SC1000 (Multi-parameter Universal Controller)
imaGeau	SMD
IN-SITU	Aqua Troll 100 Aqua Troll 200
KELLER	DCX-22 CTD Série 36XiW-CTD
NIVELCO	Nivopress N
OMNI-Instruments	DL-OCS
OTT	EcoLog 800 EcoLog1000 Hydrolab DS5 Hydrolab DS5X OTT HL4
PESA Well Engineering	Data Logger 570-II Data logger 575-II Data Logger 575-LTC Data Logger 575-MP1
S-CAN	Condu-lyser ammo-lyser pro ammo-lyser eco
Seametrics	CT2X smart sensor PT12
SEBA	Dipper-PT Dipper-PTEC Dipper-APT Sonda multiparamétrica MPS-D8/Qualilog8 Sonda multiparamétrica MPS-K16/Qualilog16 DS(T) 22
SOLINST	Levellogger 5 Levellogger 5 Junior Levellogger 5 LTC
STS	DL.WMS DL.WMS.mini DL.OCS
Umweltleistungen	Sensodive CTD-GPRS
VanWalt	LevelScout 2x PT12

Os instrumentos que permitem a monitorização e transmissão remota da temperatura da água são acoplados à medição do nível piezométrico e/ou da condutividade da água. Se o tamanho das caixas for diferente, as faixas de medição de temperatura são relativamente semelhantes e permitem, em todos os casos, a colocação do

equipamento das estruturas localizadas no campo de ensaios do projeto SUDOE AQUIFER

5. Instrumentos para a monitorização da condutividade da água

A Tabela 3 lista os instrumentos (marca e nome) de monitorização e teletransmissão da condutividade da água. Informações complementares relativas a estes instrumentos que estão listadas no capítulo 2 estão disponíveis na base de dados disponível no Anexo 1.

Tabela 3 – Instrumentos de monitorização e teletransmissão da condutividade

Marca	Nome do instrumento
Eijkelkamp	CTD-Diver
Endress+Hauser	Indumax CLS50D
GF Signet	2850
imaGeau	SMD
IN-SITU	Aqua Troll 100 Aqua Troll 200 Aqua Troll 600
KELLER	DCX-22 CTD Série 36XiW-CTD
OMNI-Instruments	DL-OCS
OTT	EcoLog 800 Hydrolab DS5 Hydrolab DS5X OTT HL4
PESA Well Engineering	Data Logger 570-II Data Logger 575-LTC Data Logger 575-MP1
S-CAN	Condu-lyser
Seametrics	CT2X smart sensor
SEBA	Dipper-PTEC Sonde multiparamétrique MPS-D8/Qualilog8 Sonde multiparamétrique MPS-K16/Qualilog16
SOLINST	Levellogger 5 LTC
STS	DL.OCS
Umweltleistungen	Sensodive CTD-GPRS

Os instrumentos que permitem o acompanhamento e a teletransmissão da condutividade da água estão associados á medida do nível piezométrico, da temperatura e/ou outros parametros associados à qualidade da água. Os intervalos de medição da condutividade podem ser muito diferentes de uma sonda para outra, de 0...20 mS/cm a 0...300 mS/cm. Dependendo do ambiente aquífero que pretende monitorizar, o operador terá de garantir que a gama de variações potenciais na

condutividade da água das estruturas a ser equipada seja compatível com a gama de medição da sonda. Ele também terá que verificar se o diâmetro e a profundidade da água no poço, furo ou piezómetro são suficientes para acomodar a sonda. Após a instalação, devem ser organizadas rondas de manutenção preventiva para garantir que as medições registadas pela sonda sejam as medidas com o medidor de condutividade ou uma análise de água em laboratório.

6. Instrumentos para a monitorização dos nitratos

A tabela 4 lista os instrumentos (marca e nome) de monitorização e teletransmissão dos nitratos. As informações complementares relativas a estes instrumentos enumerados no capítulo 2 estão disponíveis na base de dados disponível no Anexo 1.

Tabela 4 – Instrumentos de monitorização e teletransmissão de nitratos

Marca	Nome do instrumento
HACH-LANGE	NITRATAX plus sc
IN-SITU	Aqua Troll 600
OTT	EcoN Hydrolab DS5 Hydrolab DS5X OTT HL4
SEBA	Sonde Nitrates SPS-NO3
Umweltleistungen	SensoNitrate
Xylem	NitraLED

Os instrumentos de monitorização de nitratos são muito menos numerosos no mercado que aqueles que permitem a monitorização do nível piezométrico, da temperatura ou da condutividade da água. Alguns destes instrumentos são dedicados exclusivamente à monitorização de nitratos enquanto que outros agregam sondas de monitorização de vários parâmetros da qualidade da água.

As gamas de medição das concentrações de nitratos variam muito de uma sonda para outra. Também, para além do diâmetro e da profundidade da água no poço que devem permitir acomodar a sonda, o operador deverá conhecer a gama de variação possível / potencial da concentração em nitratos das águas das estruturas a equipar de modo a selecionar a gama de medição adequada a cada estrutura.

Umavez concluída a instalação, devem ser organizadas regularmente rondas de manutenção preventiva de forma a recolher amostras de água subterrânea e verificar se os resultados obtidos em laboratório são comparáveis com as medições registadas pela sonda. Em caso de discrepância as análises de laboratório prevalecem.

7. Conclusões

As especificações das ferramentas de monitorização dos aquíferos que permitem a aquisição e a transmissão em tempo real dos dados do nível piezométrico, da temperatura, da condutividade elétrica e dos nitratos foram sintetizados no âmbito desta atividade. Este trabalho permitiu identificar os principais fabricantes de tais equipamentos a nível internacional, as diferenças entre instrumentos em termos de tamanho, de princípio e de gama de medição, de fornecimento de energia, de precisão da medição, materiais de construção, capacidade de memória e intervalo de medição.

Os instrumentos identificados para monitorização do nível piezométrico, temperatura e condutividade abrangem as gamas de medição e frequências de emissão esperadas nos locais de estudo associados ao projeto AQUIFER-SUDOE, nomeadamente o Vale do Tejo em Portugal, o Campo de Cartagena – Mar Menor e o Delta do Llobregat em Espanha e a Bacia Adour-Garonne em França. As gamas de medição propostas nas sondas de nitratos podem, no entanto, ser mais limitantes para alguns destes locais. O número de produtos identificados no mercado foram igualmente largamente mais restritos também para os outros parâmetros, a escolha da sonda de nitratos pode ser bastante limitada em alguns locais de estudo.

As restrições associadas à capacidade de memória, autonomia ou vida útil da bateria/pilhas devem ser consideradas ao planear a manutenção desses instrumentos em campo. Alguns dispositivos permitem a monitorização remota da carga da bateria/pilha, o que pode ajudar o operador a otimizar o planeamento das suas intervenções.

Os fabricantes identificados neste estudo dispõem, na sua maioria, de instalações ou de revendedores em vários países da Europa. Assim, no âmbito do projeto SUDOE AQUIFER, os parceiros do projeto utilizarão este estado da arte de modo a selecionar os instrumentos de monitorização do nível piezométrico, da temperatura, da condutividade elétrica e do nitrato que implementarão nas suas redes de monitorização, tendo em conta as especificidades técnicas, as instalações dos fabricantes ou revendedores e o custo dos instrumentos, respeitando as recomendações do programa SUDOE em termos de compra de equipamentos.

Anexo 1

Base de dados de instrumentos de monitorização e transmissão remota de nível piezométrico, temperatura, condutividade e nitratos

(anexo digital: arquivo anexado ao relatório)

Anexo 2

Manuais para apresentação, utilização e/ou especificações dos instrumentos listados na base de dados (cf. Anexo 1)

(anexo digital: Arquivo anexado ao relatório)



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Direction régionale Occitanie – Site de Toulouse
3, rue Marie Curie
BP 49
31527 – Ramonville-Saint-Agne - France
Tél. : 05-62-24-14-50